

PAT-NO: JP408033360A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08033360 A

TITLE: ELECTROSTATIC STEPPER MOTOR AND  
MAGNETIC STORAGE USING  
THE SAME

PUBN-DATE: February 2, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

OTSUKA, YOSHINORI

IMAMURA, TAKAHIRO

KOSHIKAWA, YOSHIO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

FUJITSU LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP06169733

APPL-DATE: July 21, 1994

INT-CL (IPC): H02N001/00, G11B019/20 , G11B025/04

ABSTRACT:

PURPOSE: To narrow the distance between adjacent positions where a traveling body temporarily stops by forming the electrode pattern of a fixed body with a plurality of electrode pattern parts and laying out each electrode pattern part while shifting the electrodes by a specific pitch.

CONSTITUTION: When a switch circuit 120 is switched and connected to a group of terminals 101<SB>-1</SB>-101<SB>-3</SB>, electrostatic repulsion force and electrostatic attraction force are applied among electrodes

70<SB>-1</SB>-70<SB>-6</SB> thus enabling a specific point 122 to stop temporarily and rotating by an angle (p) at a time for stepping operation. The electrodes 70<SB>-1</SB>-70<SB>-6</SB> are laid out at an angle pitch of (p) and while being shifted by, for example,  $p/3$  for electrodes 68<SB>-1</SB>-68<SB>-6</SB>. Therefore, by properly switching a switch circuit 120, a position where a rotor 53 temporarily stops is determined with a thin resolution of  $p/3$ , thus determining the position where the traveling body temporarily stops to be thinner by several times as compared with a conventional method.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(11)特許出願公開番号

特開平8-33360

(43)公開日 平成8年(1996)2月2日

(51) Int. Cl. <sup>8</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 N 1/00				
G 1 1 B 19/20		D 7525-5D		
25/04	1 0 1 Z			

審査請求 未請求 請求項の数 7 O.L (全 18 頁)

(21)出願番号 特願平6-169733

(22)出願日 平成6年(1994)7月21日

(71)出願人 000005223  
富士通株式会社  
神奈川県川崎市中原区小田中1015番地

(72)発明者 大塚 善徳  
神奈川県川崎市中原区小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72)発明者 今村 孝浩  
神奈川県川崎市中原区小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72)発明者 越川 蒼生  
神奈川県川崎市中原区小田中1015番地  
富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 伊東 忠彦

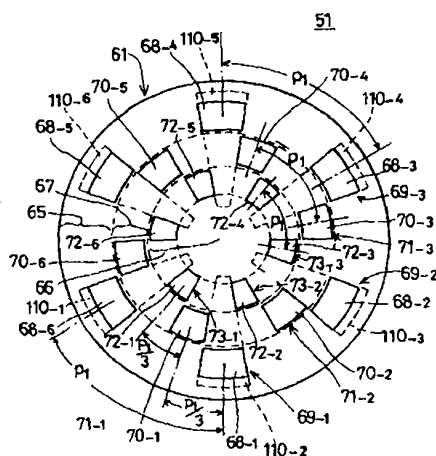
(54)【発明の名称】 静電ステッピングモータ及びこれを使用した磁気記憶装置

(57) 【要約】

【目的】 本発明は静電ステッピングモータに関し、ロータの停止位置の間隔を細かくすることを目的とする。

【構成】 ロータは、誘電体歯110-1~110-6が放射状に並んだ誘電体歯パターン55を有する。ステータ1は径方向上分割された同心円状の領域65、66、67を有する。各領域65、66、67内に、夫々電極パターン部62、63、64が設けてある。電極パターン部62は、角ピッチ $p_1$ で並んだ電極68-1~68-6よりなる。電極パターン部63、64は、夫々電極70-1~70-6、72-1~72-6よりなる。電極70-1~70-6は、電極68-1~68-6に対して、 $p/3$ ずれている。電極72-1~72-6は、電極70-1~70-6に対して、 $p_1/3$ ずれているよう構成する。

図1中、ステータの電極パターンを示す図



61: 電機パワーズ  
62,63,64: 電機パワーズ  
65,66,67: 分割された領域  
68-1-68-3, 70-1-70-3, 72-1-72-3: 電機  
69-1-69-3, 71-1-71-3, 73-1-73-3: 電機対

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 分割されたN（2以上の整数）の領域の夫々に、複数の電極がピッチpで並んだ電極パターン部を有し、且つ各領域の電極パターン部が、各電極を $p/N$ ずつずらして配置された構成である電極パターンを有する固定体と、

該固定体に対して移動可能に設けてあり、上記電極パターンに対向する複数の誘電体製の歯よりなる誘電体歯パターンを有する移動体とよりなり、

上記複数の電極パターン部のうち、選択された一の電極パターン部に、駆動電圧が印加される構成としたことを特徴とする静電ステッピングモータ。

【請求項2】 径方向上分割されたN（2以上の整数）の同心円状の領域の夫々に、複数の電極がピッチpで並んだ電極パターン部を有し、且つ各領域の電極パターン部が、各電極を $p/N$ ずつずらして配置された構成である電極パターンを有するステータと、

該ステータに対して回転可能に設けてあり、上記電極パターンに対向する放射状に配された複数の誘電体製の歯よりなる誘電体歯パターンを有するロータとよりなり、上記複数の電極パターン部のうち、選択された一の電極パターン部に、駆動電圧が印加される構成としたことを特徴とする静電ステッピングモータ。

【請求項3】 周方向上分割されたN（2以上の整数）の扇形状の領域の夫々に、複数の電極がピッチpで並んだ電極パターン部を有し、且つ各領域の電極パターン部が、各電極を $p/N$ ずつずらして配置された構成である電極パターンを有するステータと、

該ステータに対して回転可能に設けてあり、上記電極パターンに対向する放射状に配された複数の誘電体製の歯よりなる誘電体歯パターンを有するロータとよりなり、上記複数の電極パターン部のうち、選択された一の電極パターン部に、駆動電圧が印加される構成としたことを特徴とする静電ステッピングモータ。

【請求項4】 径方向上及び周方向上分割されたN（2以上の整数）の同心円状且つ扇形状の領域の夫々に、複数の電極がピッチpで並んだ電極パターン部を有し、且つ各領域の電極パターン部が、各電極を $p/N$ ずつずらして配置された構成である電極パターンを有するステータと、

該ステータに対して回転可能に設けてあり、上記電極パターンに対向する放射状に配された複数の誘電体製の歯よりなる誘電体歯パターンを有するロータとよりなり、上記複数の電極パターン部のうち、選択された一の電極パターン部に、駆動電圧が印加される構成としたことを特徴とする静電ステッピングモータ。

【請求項5】 上記電極パターンは、上記ステータのNの領域のうち、ステータの中心に近い領域の電極パターン部は、半径方向上の長さが長い電極を有し、ステータの外周寄りの領域の電極パターン部には、半径方向の長

さが短い電極を有する構成としたことを特徴とする請求項2乃至4のうちいずれか一項記載の静電ステッピングモータ。

【請求項6】 上記電極パターンは、上記ステータのNの領域のうち、ステータの中心に近い領域の電極パターン部は、周方向上の長さが長い電極を有し、ステータの外周寄りの領域の電極パターン部は、周方向の長さが短い電極を有する構成としたことを特徴とする請求項2乃至4のうちいずれか一項記載の静電ステッピングモータ。

【請求項7】 円板状の磁気記憶媒体と、該磁気記憶媒体に添接したヘッドと、該ヘッドを該磁気記憶媒体の径方向に往復移動させ、実質上停止している状態の磁気記憶媒体に実質上径方向に延在するトラックを形成するヘッド往復移動手段と、上記径方向に延在して形成された個々のトラックが上記磁気記憶媒体の周方向に並んで形成されるように、上記磁気記憶媒体をステップ的に回転させる、請求項2乃至6のうちいずれか一項記載の静電ステッピングモータとよりなる構成としたことを特徴とする磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、静電ステッピングモータに係り、特に、マイクロメカニクス技術を利用した超小型の磁気記憶装置において、磁気記憶媒体をステップ的に回転させる静電ステッピングモータに関する。

【0002】

【従来の技術】特開平6-84269号には、本出願人が先に出願した磁気記憶装置が示されている。

【0003】磁気記憶装置組立体10は、図17に示すように、一般のパッケージLSIと似た外観形状を有し、リード11を半田付けされて、プリント板上に実装される。

【0004】磁気記憶装置組立体10は、ハウジング12内に、磁気記憶装置13及びICチップ14が組込まれた構成を有する。

【0005】磁気記憶装置13は、図18に示すように、磁気円板15と、この磁気円板15をステップ的に回転させる静電ステッピングモータ16と、アーム17と、アーム17の先端側の、記録に使用する磁気ヘッド18及び再生に使用するMR（磁気抵抗）素子19と、アーム17を単振動させるピエゾ素子20-1、20-2とよりなる構成である。

【0006】磁気円板15への情報の記録（再生）は、静電ステッピングモータ16によって、磁気円板15を矢印Sで示すようにステップ的に回転させ、磁気円板15が停止しているときに、ピエゾ素子20-1、20-2によってアーム17を矢印X1、X2で示すように単振動させることにより行う。

【0007】これにより、情報が、磁気ヘッド18によ

って、磁気円板15の半径方向に延在するトラック21に記録される。また、トラック21に記録されている情報がMR素子19によって再生される。

【0008】従来の静電ステッピングモータ16は、図19に示すように、ステータ30と、ロータ31とよりなる。

【0009】ロータ31は、磁気円板15と一体であり、下面に、複数の誘電体製の複数の誘電体歯32-1～32-8よりなる誘電体歯パターン33を有する。

【0010】ステータ30は、下面に等角度ピッチ $p_1$ で配された複数の電極34-1～34-6よりなる電極パターン35を有する。

【0011】電極34-1と34-4とが、第1の電極対36-1を形成する。

【0012】電極34-2と34-5とが、第2の電極対36-2を形成する。

【0013】電極34-3と34-6とが、第3の電極対36-3を形成する。

【0014】駆動回路37は、駆動電圧#1、#2、#3を出力する。駆動電圧#1、#2、#3は、3相である。

【0015】駆動電圧#1が、端子38-1を通して第1の電極対36-1に印加され、駆動電圧#2が、端子38-2を通して第2の電極対36-2に印加され、駆動電圧#3が、端子38-3を通して第3の電極対36-3に印加される。

【0016】これによって、以下に詳述するように、各電極対38-1～38-3と誘電体歯パターン33との間に、静電反発力及び回転させる方向の静電吸引力が作用し、ロータ31は、一ステップずつ回転する。

【0017】図20(A)乃至(F)は、ロータ31が1ステップ回転するときの動作を示す。

【0018】図20は、静電ステッピングモータ16の一部を展開して概略的に示す。

【0019】図20(A)乃至(F)は、図19にA～Fで示す区間における状態を示し、図20の分図を表わす(A)～(F)と、図19中の区間を表わすA～Fとは対応する。

【0020】① 図20(A)、区間Aの動作

誘電体歯32-1、32-2、32-3、32-4が夫々電極34-1、34-2、34-3、34-4と接触している。

【0021】駆動電圧#1、#2、#3によって、電極34-1、34-4が正に帯電し、電極34-2が負に帯電する。

【0022】これにより、誘電体歯32-1、32-2、32-4上に誘電分極が生ずる。

【0023】② 図20(B)、区間Bの動作

電極34-1、34-2、34-4の帯電が反転し、電極34-1、34-4が負に帯電し、電極34-2が正に帯電する。

【0024】これにより、誘電体歯32-1と電極34-1

との間、誘電体歯32-2と電極34-2との間、誘電体歯32-4と電極34-4との間に、静電反発力 $F_1$ が発生し、ロータ31がステータ30に対して浮上する。

【0025】③ 図20(C)、区間Cの動作

電極34-2が正に帯電し、電極34-3が負に帯電する。

【0026】電極34-1、34-4の帯電はなくなる。

【0027】これにより、誘電体歯32-2と電極34-2との間に、静電反発力 $F_1$ が発生する。また、誘電体歯32-1と電極34-2との間に、誘電体歯32-1を電極34-2へ吸引する静電吸引力 $F_2$ が発生する。また、誘電体歯32-2と電極34-3の間に、誘電体歯32-2を電極34-3へ吸引する静電吸引力 $F_2$ が発生する。

【0028】④ 図20(D)、区間Dの動作

ロータ30は、静電反発力 $F_1$ によって浮上した状態に保たれつつ、静電吸引力 $F_2$ によって、推力を付与されてS方向に回転する。

【0029】⑤ 図20(E)、区間Eの動作

誘電体歯32-1が電極34-2に吸着され、誘電体歯32-2が電極34-3に吸着される。

【0030】これにより、ロータ30は、図19中、ピッチ $p_1$ に相当する角度回転し、その後一時的に停止する。

【0031】⑥ 図20(F)、区間Fの動作

電極34-1、34-2、34-4が負に帯電し、電極34-3が正に帯電する。

【0032】これにより、誘電体歯32-1、32-2の誘電分極状態が反転される。また、誘電体歯32-3、32-6に誘電分極が生ずる。

【0033】上記の動作が繰り返して行われ、ロータ31は、一ステップで角度 $p_1$ ずつ回転しつつ、回転される。

【0034】

【発明が解決しようとする課題】上記の静電ステッピングモータ16においては、ロータ31が一時的に停止する隣り合う位置の間の角度は、図18中の角度ピッチ $p_1$ に等しい角度となる。

【0035】一方、電極の角度ピッチ $p_1$ を狭くするには限度がある。

【0036】このため、ロータ31の隣り合う停止位置の間の角度を小さくすることは困難である。

【0037】また、これが原因で、磁気記憶装置13において記録の高密度を図ることが困難であった。

【0038】そこで、本発明は、上記課題に解決した静電ステッピングモータ及びこれを使用した磁気記憶装置を提供することを目的とする。

【0039】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、分割された $N$ (2以上の整数)の領域の夫々に、複数の電極がピッチ $p$ で並んだ電極パターン部を有し、且つ各領域の電極パターン部が、各電極を $p/N$ ずつずらして配置

された構成である電極パターンを有する固定体と、該固定体に対して移動可能に設けてあり、上記電極パターンに対向する複数の誘電体製の歯よりなる誘電体歯パターンを有する移動体とよりなり、上記複数の電極パターン部のうち、選択された一の電極パターン部に、駆動電圧が印加される構成としたものである。

【0040】請求項2の発明は、径方向上分割されたN（2以上の整数）の同心円状の領域の夫々に、複数の電極がピッチpで並んだ電極パターン部を有し、且つ各領域の電極パターン部が、各電極を $p/N$ ずつずらして配置された構成である電極パターンを有するステータと、該ステータに対して回転可能に設けてあり、上記電極パターンに対向する放射状に配された複数の誘電体製の歯よりなる誘電体歯パターンを有するロータとよりなり、上記複数の電極パターン部のうち、選択された一の電極パターン部に、駆動電圧が印加される構成としたものである。

【0041】請求項3の発明は、周方向上分割されたN（2以上の整数）の扇形状の領域の夫々に、複数の電極がピッチpで並んだ電極パターン部を有し、且つ各領域の電極パターン部が、各電極を $p/N$ ずつずらして配置された構成である電極パターンを有するステータと、該ステータに対して回転可能に設けてあり、上記電極パターンに対向する放射状に配された複数の誘電体製の歯よりなる誘電体歯パターンを有するロータとよりなり、上記複数の電極パターン部のうち、選択された一の電極パターン部に、駆動電圧が印加される構成としたものである。

【0042】請求項4の発明は、径方向上及び周方向上分割されたN（2以上の整数）の同心円状且つ扇形状の領域の夫々に、複数の電極がピッチpで並んだ電極パターン部を有し、且つ各領域の電極パターン部が、各電極を $p/N$ ずつずらして配置された構成である電極パターンを有するステータと、該ステータに対して回転可能に設けてあり、上記電極パターンに対向する放射状に配された複数の誘電体製の歯よりなる誘電体歯パターンを有するロータとよりなり、上記複数の電極パターン部のうち、選択された一の電極パターン部に、駆動電圧が印加される構成としたものである。

【0043】請求項5の発明は、上記電極パターンは、上記ステータのNの領域のうち、ステータの中心に近い領域の電極パターン部は、半径方向上の長さが長い電極を有し、ステータの外周寄りの領域の電極パターン部は、半径方向の長さが短い電極を有する構成としたものである。

【0044】請求項6の発明は、上記電極パターンは、上記ステータのNの領域のうち、ステータの中心に近い領域の電極パターン部は、周方向上の長さが長い電極を有し、ステータの外周寄りの領域の電極パターン部は、周方向の長さが短い電極を有する構成としたものであ

る。

【0045】請求項7の発明は、円板状の磁気記憶媒体と、該磁気記憶媒体に添接したヘッドと、該ヘッドを該磁気記憶媒体の径方向に往復移動させ、実質上停止している状態の磁気記憶媒体に実質上径方向に延在するトラックを形成するヘッド往復移動手段と、上記径方向に延在して形成された個々のトラックが上記磁気記憶媒体の周方向に並んで形成されるように、上記磁気記憶媒体をステップ的に回転させる、請求項2乃至6のうちのいずれか一項記載の静電ステッピングモータとよりなる構成としたものである。

【0046】

【作用】請求項1において、固定体の電極パターンを、複数の電極パターン部よりなる構成とし、各電極パターン部を、電極を $p/N$ ずつずらして配置した構成は、移動体が一時的に停止する隣り合う位置の間隔を狭くするように作用する。

【0047】請求項2及び3において、ステータの電極を、複数の電極パターン部よりなる構成とし、各電極パターン部を、電極を $p/N$ ずつずらして配置した構成は、ロータが一時的に停止する隣り合う位置の間隔を狭くするように作用する。

【0048】請求項4において、領域を径方向上及び周方向上に分割した構成は、分割された領域の数を多くするように作用する。

【0049】請求項5及び6において、ステータの中心寄り側では、電極の半径方向の長さ又は周方向の長さを長くし、ステータの外周寄り側では、電極の半径方向の長さ又は周方向の長さを短くした構成は、常に同じレベルの駆動電圧を印加しても、各電極パターン部によって発生するトルクが一樣となるように作用し、各電極パターン部に印加する駆動電圧のレベルを電極パターン毎に変えることを不要とするように作用する。

【0050】請求項7において、請求項2乃至6のうちのいずれか一項記載の静電ステッピングモータを設けた構成は、磁気記憶媒体の停止位置を細かくするように作用し、従来、記録密度を上げるために、ヘッド往復移動手段自体をステップ変位させる手段を不要とするように作用する。

【0051】

【実施例】

〔実施例〕図1乃至図3は、本発明の第1実施例になる静電ステッピングモータ50を示す。

【0052】図1及び図3に示すように、モータ50は、板状のステータ51と、軸52に支持されて、ステータ51上に回転可能に設けられた円板状のロータ53と、駆動制御部54とを有する。

【0053】図1に示すように、ロータ53は、下面に、誘電体歯パターン55を有する。

【0054】誘電体歯パターン55については、説明の

便宜上、後述する。

【0055】図1及び図2に示すように、ステータ51は、ステータ本体60と、この上面の電極パターン61とを有する。

【0056】電極パターン61は、三つの電極パターン部62、63、64よりなる。

【0057】ステータ本体60はの上面は、図1及び図2中、破線で示すように、径方向上三つに分割された領域、即ち、外周側の円環状の領域65と、中心側の円状の領域66と、領域65と領域66との間の中間の円環状の領域67とを有する。

【0058】領域65、67、66は、同心円状をなしている。

【0059】領域65内には、電極パターン部62が設けられる。

【0060】電極パターン部62は、等角度ピッチ $p_1$ で配された複数の電極68-1～68-6よりなる。

【0061】電極68-1～68-4とが、第1の電極対69-1を形成する。

【0062】電極68-2～68-5とが、第2の電極対69-2を形成する。

【0063】電極68-3～68-6とが、第3の電極対69-3を形成する。

【0064】領域67内には、電極パターン部63が設けてある。

【0065】電極パターン部63は、複数の電極70-1～70-6よりなる。

【0066】電極70-1～70-6は、上記の角度ピッチ $p_1$ と等しい角度ピッチ $p_1$ で、且つ、上記の電極68-1～68-6に対して、時計方向に、 $p_1/3$ だけずれた配置で設けてある。ここで、数値「3」は上記の領域65、66、67の数と等しい数値である。

【0067】電極70-1～70-4とが、第1の電極対71-1を形成する。

【0068】電極70-2～70-5とが、第2の電極対71-2を形成する。

【0069】電極70-3～70-6とが、第3の電極対71-3を形成する。

【0070】領域66内には、電極パターン部64が設けてある。

【0071】電極パターン部64は、複数の電極72-1～72-6よりなる。

【0072】電極72-1～72-6は、上記の角度ピッチ $p_1$ と等しい角度ピッチ $p_1$ で、且つ、上記の電極70-1～70-6に対して、時計方向に、 $p_1/3$ だけずれた配置で設けてある。ここで、数値「3」は上記の領域65、66、67の数と等しい数値である。

【0073】電極72-1～70-4とが、第1の電極対73-1を形成する。

【0074】電極72-2～70-5とが、第2の電極対7

3-2を形成する。

【0075】電極72-3～70-6とが、第3の電極対73-3を形成する。

【0076】即ち、電極70-1～70-6、72-1～72-6は、隣り合う電極68-1～68-6の間に、等角度間隔で配置してある。

【0077】図1中、各電極68-1～68-6、70-1～70-6、72-1～72-6より引き出される端子80～97と、縦に並んだ端子80～97とは、接続してある。

【0078】従って、各電極対を構成する電極は、電気的に接続されている。実際には、各電極対を構成する電極は、櫛歯状パターンを有する。

【0079】また、電極対毎に、端子100-1～102-3が設けてある。

【0080】即ち、電極パターン部62の第1、第2、第3の電極パターン対69-1、69-2、69-3から夫々、端子100-1、100-2、100-3が引き出されている。

【0081】電極パターン部63の第1、第2、第3の電極対70-1、70-2、70-3から、夫々、端子101-1、101-2、101-3が引き出されている。

【0082】電極パターン部64の第1、第2、第3の電極対73-1、73-2、73-3から、夫々、端子102-1、102-2、102-3が引き出されている。

【0083】また、ロータ53の誘電体歯パターン54は、6つの歯110-1～110-6を有する。ここで、数値「6」は、上記の各電極パターン部62、63、64の電極の数と等しい数である。

【0084】また、歯110-1～110-6は、放射状に配してあり、角ピッチ $p_1$ は、上記の電極の角ピッチ $p_1$ と等しい。

【0085】図1中、駆動制御部54は、駆動回路37と、スイッチ回路120と、制御回路121とを有する。

【0086】駆動回路37は、三相の駆動電圧#1、#2、#3を出力する。

【0087】スイッチ回路120は、駆動回路35の出力側に設けてあり、制御回路121によつて、端子群100-1～100-3と、101-1～101-3と、102-1～102-3とに切り換えて接続される。

【0088】次に、上記構成になる静電ステッピングモータ50の動作について説明する。

【0089】① スwitch回路120が端子群100-1～100-3に接続されている場合

駆動電圧#1が端子100-1を介して、電極パターン部62の電極対69-1に印加される。

【0090】駆動電圧#2は、端子100-2を介して、電極パターン部62の電極対69-2に印加される。

【0091】駆動電圧#3は、端子100-3を介して、電極パターン部62の電極対69-3に印加される。

【0092】これによって、電極68-1～68-6と誘電体歯110-1～110-6との間に、図20に示すと同様に、静電反発力及び静電吸引力が働く。

【0093】これにより、ロータ53は、特定の点122が、図4(A)中、位置130、131、132、133で一時的に停止しつつ、角度 $p_1$ ずつ回動する、ステッピング動作をする。

【0094】② スイッチ回路120が端子群101-1～101-3に切換え接続された場合

駆動電圧#1が端子101-1を介して、電極パターン部 10 63の電極対71-1に印加される。

【0095】駆動電圧#2は、端子101-2を介して、電極パターン部63の電極対71-2に印加される。

【0096】駆動電圧#3は、端子101-3を介して、電極パターン部63の電極対71-3に印加される。

【0097】これによって、電極70-1～70-6と誘電体歯110-1～110-6との間に、図20に示すと同様に、静電反発力及び静電吸引力が働く。

【0098】これにより、ロータ53は、上記の特定の点122が、図4(B)中、位置140、141、142、143で一時的に停止しつつ、角度 $p_1$ ずつ回動する、ステッピング動作をする。

【0099】位置140～143は、夫々前記の位置130～133に対して、角度 $p/3$ ずれている。

【0100】③ スイッチ回路120が端子群102-1～102-3に切換え接続された場合

駆動電圧#1が端子102-1を介して、電極パターン部 64の電極対73-1に印加される。

【0101】駆動電圧#2は、端子102-2を介して、電極パターン部64の電極対73-2に印加される。

【0102】駆動電圧#3は、端子102-3を介して、電極パターン部64の電極対73-3に印加される。

【0103】これによって、電極72-1～72-6と誘電体歯110-1～110-6との間に、図20に示すと同様に、静電反発力及び静電吸引力が働く。

【0104】これにより、ロータ53は、上記の特定の点122が、図4(C)中、位置150、151、152、153で一時的に停止しつつ、角度 $p_1$ ずつ回動する、ステッピング動作をする。

【0105】位置150～153は、夫々前記の位置140～143に対して、角度 $p_1/3$ ずれている。

【0106】上記より分かるように、本実施例の静電ステッピングモータ50によれば、スイッチ回路120を適宜切り換えることによって、ロータ53が一時的に停止する位置が、 $p_1/3$ の細かさで、即ち、従来の $1/3$ の細かさで定まる。

【0107】〔第2実施例〕図5は、本発明の第2実施例になる静電ステッピングモータ160を示す。

【0108】モータ160は、ステータ上の領域を周方向上に分割した構成である。

【0109】図示の便宜上、領域は周方向上、二つに分割してあり、且つ、電極パターン部は二つの電極よりなる構成としてある。

【0110】モータ160は、ロータ161と、ステータ162と、駆動制御部54とを有する。

【0111】ロータ161は、下面に、誘電体歯パターン163を有する。

【0112】ステータ162は、上面に、電極パターン164を有する。

【0113】ステータ本体165の上面は、周方向上、二つに分割された扇形の領域166、167を有する。

【0114】領域166内には、電極パターン部170が設けてある領域167内には、電極パターン部171が設けてある。

【0115】電極パターン部170は、複数の電極172-1、172-2を有する。

【0116】電極パターン部171は、複数の電極173-1、173-2を有する。

【0117】電極172-1、172-2の角ピッチ及び電極173-1、173-2の角ピッチは等しく、 $p_2$ である。

【0118】電極パターン部171は、電極パターン部170が周方向に連続して存在していると仮定した場合に、電極パターン部170が存在する予定の位置174に対して、 $p_2/2$ だけずれて位置している。ここで、数値「2」は分割されている領域の数に等しい値である。

【0119】即ち、電極173-1、173-2は、電極172-1、172-2が時計方向に更に延びて存在していると仮定した場合のその電極に対して、時計方向に $p_2/2$ ずつずれて配置してある。

【0120】電極パターン部170については、電極172-1と172-2とが第1の電極対175-1を構成し、電極172-2と172-2とが第2の電極対175-2を構成する。

【0121】電極パターン部171については、電極173-1と173-1とが第1の電極対176-1を構成し、電極173-2と173-2とが第2の電極対176-2を構成する。

【0122】また、誘電体歯パターン163は、上記の角ピッチ $p_2$ と等しい角ピッチ $p_2$ で配された複数の誘電体歯177-1～177-8を有する。

【0123】上記構成の静電ステッピングモータ160は、駆動制御部54によって、前記と同様に、駆動される。

【0124】① 駆動電圧が電極パターン部170に印加されている場合

電極172-1、172-2と誘電体歯177-1～177-8との間に静電反発力及び静電吸引力が働く。

50 【0125】これにより、ロータ161は、特定の点1



## 11

22が、図6(A)中、位置180、181、182、183で一時的に停止しつつ、角度 $p_2$ ずつ回転する、ステッピング動作をする。

【0126】② 図1中のスイッチ回路120が切り換えられて、駆動電圧が電極パターン部171に印加されるようになった場合

電極173-1、173-2と誘電体歯177-1~177-6との間に静電反力及び静電吸引力が働く。

【0127】これにより、ロータ161は、上記の特定の点122が、図6(B)中、位置190、191、192、193で一時的に停止しつつ、角度 $p_2$ ずつ回転する、ステッピング動作をする。

【0128】ここで、位置190、191、192は、夫々前記の位置180、181、182に対して、角度 $p_2/2$ ずれている。

【0129】上記より分かるように、本実施例の静電ステッピングモータ160によれば、図1中のスイッチ回路120を適宜切り換えることによって、ロータ160が一時的に停止する位置が、 $p_2/2$ の細かさで、即ち、従来の $1/2$ の細かさで定まる。

【0130】〔第3実施例〕図7は、本発明の第3実施例になる静電ステッピングモータ200を示す。

【0131】ステータ201の上面の領域は、径方向上と周方向上の両方について分割してある。

【0132】径方向上の分割の数は2、周方向上の分割の数は2である。

【0133】従って、ステータ201の上面は $2 \times 2$ に分割されており、4つの領域202-1~202-4を有する。

【0134】各領域202-1~202-4は、扇形状を有する。

【0135】領域202-1、202-3と、領域202-2、202-4とは、同心円状をなしている。

【0136】ステータ201は上面に、電極パターン203を有する。

【0137】電極パターン203は、領域202-1内の電極パターン部204-1と、領域202-2内の電極パターン部204-2と、領域202-3内の電極パターン部204-3と、領域202-4内の電極パターン部204-4とよりなる。

【0138】各電極パターン部204-1~204-4は、複数の電極205がピッチ $p_3$ で並んだ構成である。

【0139】電極パターン部204-1と204-2とは、 $p_2/2$ ずれている。ここで、数値「2」は径方向上分割された領域の数と等しい数である。

【0140】電極パターン部204-3は、電極パターン部204-1に対して、 $p_3/4$ ずれている。同じく、電極パターン部204-4は、電極パターン部204-2に対して、 $p_3/4$ ずれている。

【0141】ロータの誘電体歯パターン210は、複数

## 12

の誘電体歯211(図示の便宜上、三つだけ示してある)が、角ピッチ $p_3$ で並んだ構成を有する。

【0142】静電ステッピングモータ200は、駆動制御部54より駆動電圧を電極パターン部204-1~204-4へ選択的に印加されて、静電反力及び静電吸引力によって、ステッピング動作する。

【0143】① 駆動電圧が電極パターン部204-1へ印加されている場合

ロータは、特定の点が、図8(A)に示すように、位置220、221、222、223で一時的に停止しつつ、角度 $p_3$ ずつ回転する。

【0144】② 駆動電圧が電極パターン部204-2へ印加されている場合

ロータは、上記の特定の点が、図8(B)に示すように、位置230、231、232、233で一時的に停止しつつ、角度 $p_3$ ずつ回転する。

【0145】③ 駆動電圧が電極パターン部204-3へ印加されている場合

ロータは、上記の特定の点が、図8(C)に示すように、位置240、241、242、243で一時的に停止しつつ、角度 $p_3$ ずつ回転する。

【0146】④ 駆動電圧が電極パターン部204-4へ印加されている場合

ロータは、上記の特定の点が、図8(D)に示すように、位置250、251、252、253で一時的に停止しつつ、角度 $p_3$ ずつ回転する。

【0147】ここで、位置240~243は、位置220~223に対して、角度 $p_3/4$ ずれている。

【0148】同じく、位置250~253は、位置230~233に対して角度 $p_3/4$ ずれている。

【0149】上記より分かるように、本実施例の静電ステッピングモータ200によれば、図1中のスイッチ回路120を適宜切り換えることによって、ロータが一時的に停止する位置が、 $p_3/4$ の細かさで、即ち、従来の $1/4$ の細かさで定まる。

【0150】〔第4実施例〕図9は本発明の第4実施例になる静電ステッピングモータ260を示す。

【0151】本実施例は、第1実施例の変形例的な性質を有する。

【0152】図9中、図1に示す部分と同一部分には同一符号を付し、図1に示す部分と対応する部分には添字aを付した同一符号を付す。

【0153】領域65a内の扇形の電極68a、領域67a内の扇形の電極70a、及び領域66a内の扇形の電極72aは、共に等しい開き角 $\alpha$ を有する。

【0154】電極68aは、半径方向長さ( $r_4 - r_3$ )を有する。

【0155】電極70aは、半径方向長さ( $r_3 - r_2$ )を有する。

【0156】電極72aは、半径方向長さ( $r_2 -$

13

$r_1$ )を有する。

【0157】ここで、半径 $r_1 \sim r_4$ は、次式 $r_4^3 - r_3^3 = r_3^3 - r_2^3 = r_2^3 - r_1^3$ を満足するように定めてある。

【0158】即ち、 $(r_4 - r_3) < (r_3 - r_2) < (r_2 - r_1)$ である。

【0159】ここで、半径 $r_1 \sim r_4$ が上記のように定めてあることによって、後述するように、各電極68a, 70a, 72aによって発生するトルク $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ が等しくなる。

【0160】一般に、トルク $T$ は、次式で求められる。

【0161】

【数1】

$$T = \int_{r_1}^{r_2} f(r) \cdot 2\pi r \cdot dr = \int_{r_2}^{r_3} f(r) \cdot 2\pi r \cdot dr = \int_{r_3}^{r_4} f(r) \cdot 2\pi r \cdot dr$$

【0165】を解くと、

$r_4^3 - r_3^3 = r_3^3 - r_2^3 = r_2^3 - r_1^3$ となる。

【0166】従って、上記の静電ステッピングモータ260によれば、どの領域65a, 67a, 66aの電極68a, 70a, 72aに対しても同一レベルの駆動電圧を印加することによって、ロータ50は、領域65aの電極68aによって駆動されるときにも、領域67aの電極70aによって駆動されるときにも、領域66aの電極72aによって駆動されるときにも、全て同じトルクでもって回転される。

【0167】即ち、印加する駆動電圧のレベルを領域毎に変える必要はなく、領域毎に印加する駆動電圧のレベルを変更する構成に比べて、駆動制御部54は簡単な構成となる。

【0168】〔第5実施例〕図10は、本発明の第5実施例になる静電ステッピングモータ270を示す。

【0169】本実施例は、第4実施例の変形例的なものである。

【0170】図10中、図1に示す部分と同一部分には同一符号を付し、図1に示す部分と対応する部分には、添字bを付した同一符号を付す。

【0171】領域65内の扇形の電極68bは、開き角 $\alpha_1$ 、周方向の長さ $l_1$ を有する。

【0172】領域67内の扇形の電極70bは、開き角 $\alpha_2$ 、周方向長さ $l_2$ を有する。

【0173】領域66内の扇形の電極72bは、開き角 $\alpha_3$ 、周方向長さ $l_3$ を有する。

【0174】ここで、開き角 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ は、 $\alpha_1 < \alpha_2 < \alpha_3$ である。

【0175】周方向長さ $l_1, l_2, l_3$ は、 $l_1 < l_2 < l_3$

14

$$T = \int_{r_1}^{r_{i+1}} f(r) \cdot 2\pi r \cdot r dr$$

【0162】ここで、 $f(r)$ は電極の単位長さ部分が発生する推力(図20中の力 $F_2$ )である。推力 $f(r)$ は、各電極68a, 70a, 72aについて、一定であると考えられる。

【0163】垂直 $f(r)$ が一定であるとした条件の下で、

【0164】

【数2】

※である。

【0176】開き角 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ 及び周方向長さ $l_1, l_2, l_3$ の関係は、各領域65, 67, 66内の電極68b, 70b, 72bに同一レベルの駆動電圧を印加した場合に、ロータ50に等しいトルクが付与されるように定めてある。

【0177】本実施例によれば、駆動制御部54を簡単とし得るという、上記の第4実施例による効果と同様の効果を有する。

【0178】なお、上記各実施例は回転型の静電ステッピングモータについて説明したけれども、本発明は、これに限らず、移動体が固定体に対して直線状に移動するリニア型の静電ステッピングモータにも適用しうる。

【0179】〔磁気記憶装置〕次に、図1の静電ステッピングモータ50を適用してなる磁気記憶装置300について説明する。

【0180】図11及び図12中、311はシリコン製またはセラミック製基板である。

【0181】312は円板状の磁気円板であり、径Dが例えば10mm程度であり、中心を、軸部313により支持されて、基板311上に配設してある。

【0182】316はヘッド支持アームであり、基部側を固定部317によって基板311上に固定してあり、Y軸線315と平行に延在しており、先端はX軸線314上に位置している。

【0183】アーム316の先端に、記録に使用する記録ヘッド318及び再生に使用する磁気抵抗効果素子(以下、MR素子という)319が設けてある。この記録ヘッド318及びMR素子319とより磁気ヘッドが構成され、かつこの磁気ヘッドは極低荷重で磁気円板312に添接している。

【0184】またアーム316は、中央にスリットを有し、一対のアーム部よりなる。このアーム部にヘッド往

15

復移動手段としてのZnO製のピエゾ素子320-1、320-2が設けてある。

【0185】また、磁気円板312と基板311の間には、図12に示すように、図1に示す磁気円板回転手段としての静電ステップモータ50が設けてある。

【0186】この装置300は、図16に示すように、合成樹脂製のハウジング312内に、LSIチップ232と共に組込まれ、磁気記憶装置組立体330が構成される。

【0187】LSIチップ32には、図11に示す、信号処理回路333、ピエゾ素子駆動回路334、駆動回路337、スイッチ回路120等が組込まれている。

【0188】上記のモータ50は、以下の第1、第2、第3のステップ動作を行う。

【0189】第1のステップ動作：駆動電圧#1〜#3を電極パターン部62へ印加したときのロータ53のステップ動作。

【0190】第2のステップ動作：駆動電圧#1〜#3を電極パターン部63へ印加したときのロータ53のステップ動作。

【0191】第3のステップ動作：駆動電圧#1〜#3を電極パターン部63へ印加したときのロータ53のステップ動作。

【0192】磁気円板312の外周側には、トラックが形成される予定の位置を示す位置情報340が予め記録してある。

【0193】また、図13に示すように、磁気円板312には、短いトラックが形成される予定の位置には、記録の終了位置を示す位置情報Q<sub>1</sub>、Q<sub>2</sub>が予め記録してある。

【0194】次に、上記磁気円板312全体に、情報を最初に記録するときの動作について説明する。まず、モータ50が第1のステップ動作を行う。

【0195】ロータ53が一時的に停止している間に、ピエゾ素子320-1、320-2に位相が逆の交番電圧である駆動信号が加えられ、アーム316が単振動する。

【0196】これにより、図13(A)に示すように、一時的に停止している磁気円板312上には、径方向に延在する長いトラック341が形成され、ここに、情報が記録される。

【0197】ロータ53が最初の一回転する間、上記のモータ50の第1のステップ動作と、アーム316の単振動とを交互に繰り返して行う。

【0198】これにより、磁気円板312上には、図13(A)に示すように、長いトラック341が角ピッチP<sub>3</sub>で周方向に全周に亘って並んだトラックパターンが形成される。

【0199】次いで、モータ50が第2のステップ動作を行う。

【0200】ロータ53が一時的に停止している間に、

16

アーム316が単振動する。

【0201】これにより、図13(B)に示すように、磁気円板312の外周寄り側の部分について、周方向上隣り合う長いトラック341の間の隙間の位置に、磁気円板312の中心側の終端をQ<sub>1</sub>とする中程度の長さのトラック342が形成され、ここに情報が記録される。

【0202】上記の動作を、ロータ53が次の一回転する間、行う。

【0203】次に、モータ50は第3のステップ動作に移る。

【0204】アーム316は、ロータ53が一時的に停止している間に単振動する。

【0205】これにより、図13(C)に示すように、磁気円板312の外周寄り側の部分について、中程度の長さのトラック342と、長いトラック341との間の隙間の位置に、終端をQ<sub>2</sub>とする短い長さのトラック343が形成され、ここに情報が記録される。

【0206】以上によって、磁気円板312の周方向上、隣り合う長いトラック341の間に、中程度の長さのトラック342と、短いトラック342とが等ピッチで入り込んだトラックパターンが形成される。各トラック間のピッチは、P<sub>1</sub>/3である。

【0207】これにより、磁気円板312には、長いトラック342を形成した場合に磁気円板312の外周側寄りの部分にできる空きの部分にもトラックが形成されて、情報が従来に比べて高密度に記録される。

【0208】また、各トラック341、342、343のデータフォーマットは、図14に示す如くである。

【0209】磁気円板312の外周部側に位置情報340を有し、その他の部分は記録内容343である。

【0210】次に上記装置300の実際の動作について、図15及び図16を併せて参照して説明する。

【0211】図15中、まず現在のトラックの情報を読み取る(ステップ1)。

【0212】このときには、図11中のモータ駆動回路37よりの駆動電圧に変化はなく(図16(B)中符号51-1)、モータ50は停止しており、磁気円板312は停止している。

【0213】またピエゾ駆動回路334からは、図16(A)中符号350-1で示す交番電圧であるピエゾ素子駆動信号が出力され、ピエゾ素子320-1、320-2が駆動されてアーム316が単振動し、MR素子319が現在のトラックのデータを読み取る。

【0214】次に、位置情報を解析する(ステップ2)。

【0215】ここでは、図11中の信号処理回路333が、読み取られたデータから、位置情報を解析する。

【0216】次に、現在のトラックと目標のトラックとのずれ量に対応して磁気円板を所定角度回転して現在トラックを移動させる(ステップ3)。

10

20

30

40

50

17

【0217】信号処理回路333が現在のトラックと目標のトラックとのずれ量を算出し、モータ駆動回路37を動作させ、回路37より図7(B)中符号51-2で示す三相の駆動電圧が出力される。

【0218】また、信号処理回路333よりの信号によって、スイッチ回路120が切り換えられる。

【0219】これにより、三相の駆動電圧がスイッチ回路120を介して、静電ステッピングモータ50のうち所定の領域の電極に印加される。

【0220】これによって、モータ50(ロータ53) 10 が所定量(図16においては1ステップ)ステッピング動作する。

【0221】この後、駆動電圧は変化しなくなり(351-3)、ロータ53はこのときの回動位置に保持されて停止する。

【0222】これによって、磁気円板312が所定角度回動され、目標のトラックがMR素子19の位置に到来する。

【0223】次に、データの読み取り又は書き込みを行う(ステップ4)。

【0224】ピエゾ駆動回路334から図16(A)中符号350-1で示す駆動信号が出力され、磁気円板312が停止している状態で、アーム316が再び単振動し、MR素子319が目標トラックから情報を読み取り、又は記録ヘッド318が目標トラックに情報を書き込む。

【0225】なお、読み取られた情報は、例えば図11中信号処理回路333を経て、組立体11の外部に設けたRAM337に書き込まれ、外部からのアクセスが可能とされる。

【0226】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1の発明によれば、移動体が一時的に停止する位置を、従来に比べて数倍細かく定めることが出来る。

【0227】請求項2及び3の発明によれば、ロータが一時的に停止する位置を、従来に比べて数倍細かく定めることが出来る。

【0228】請求項4の発明によれば、請求項2及び3の発明に比べて、ロータが一時的に停止する位置を更に細かく定めることが出来る。

【0229】請求項5及び6の発明によれば、どの電極パターン部に対しても常に一定のレベルの駆動電圧を印加するようにすることが出来、駆動制御系の構成を簡単とし得る。

【0230】請求項7の発明によれば、ヘッド往復移動手段を固定した簡単な構成でもって、磁気記憶媒体に対する記録を高密度とすることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の静電ステッピングモータを示す図である。

18

【図2】図1中、ステータの電極パターンを示す図である。

【図3】図1の静電ステッピングモータの断面図である。

【図4】ロータのステッピング動作を説明するための図である。

【図5】本発明の第2実施例の静電ステッピングモータを示す図である。

【図6】ロータのステッピング動作を説明するための図である。

【図7】本発明の第3実施例の静電ステッピングモータのステータを示す図である。

【図8】ロータのステッピング動作を説明するための図である。

【図9】本発明の第4実施例になるの静電ステッピングモータを示す図である。

【図10】本発明の第5実施例になるの静電ステッピングモータを示す図である。

【図11】本発明の一実施例になる磁気記憶装置を拡大して制御系と併せて示す図である。

【図12】図11の磁気記憶装置の縦断面図である。

【図13】図11中のトラックパターンの形成を説明するための図である。

【図14】トラックのフォーマットを示す図である。

【図15】図11の装置の動作のフローチャートである。

【図16】図11中、各部の信号の波形図である。

【図17】本出願人の先に出願した磁気記憶装置が組込まれた磁気記憶装置組立体の斜視図である。

【図18】本出願人が先に出願した磁気記憶装置を示す図である。

【図19】図18中の静電ステッピングモータを示す図である。

【図20】図19の静電ステッピングモータの動作を説明するための図である。

【符号の説明】

50 静電ステッピングモータ

51 ステータ

52 軸

53 ロータ

54 駆動制御部

55 誘電体歯パターン

60 ステータ本体

61 電極パターン

62, 63, 64 電極パターン部

65 外周側の領域

66 中心側の領域

67 中間の領域

68-1~68-6 電極

69-1, 69-2, 69-3 電極対

40

50

19	20
70-1~70-6 電極	202-1~202-4 領域
71-1, 71-2, 71-3 電極対	203 電極パターン
72-1~72-6 電極	204-1~204-4 電極パターン部
73-1, 73-2, 73-3 電極対	205 電極
80~97 端子	210 誘電体歯パターン
100-1~100-3 端子	211 誘電体歯
110-1~110-6 誘電体歯	220~223, 230~233, 240~243, 2
120 スイッチ回路	50~253 ロータが一時的に停止する位置
121 制御回路	260, 270 静電ステッピングモータ
122 ロータ上の特定の点	10 300 磁気記憶装置
130~133, 140~143, 150~153 ロータが一時的に停止する位置	311 基板
160 モータ	312 磁気円板
161 ロータ	313 軸部
162 ステータ	316 ヘッド支持アーム
163 誘電体歯パターン	317 固定部
164 電極パターン	318 記録ヘッド
165 ステータ本体	319 MR素子
166, 167 領域	320-1, 320-2 ピエゾ素子
170 電極パターン部	330 磁気記憶装置組立体
171 電極パターン部	20 332 LSIチップ
172-1, 172-2, 173-1, 173-2 電極	333 信号処理回路
174 位置	334 ピエゾ素子駆動回路
175-1, 175-2, 176-1, 176-2 電極対	340 位置情報
177-1~177-6 誘電体歯	341 長いトラック
180~183, 190~193 ロータが一時的に停止する位置	342 中程度の長さのトラック
200 静電ステッピングモータ	343 短いトラック
201 ステータ	344 記録内容
	350 ピエゾ素子駆動信号
	351 (#1, #2, #3) 駆動電圧

【図3】

【図12】

【図16】

図1の静電ステッピングモータの断面図

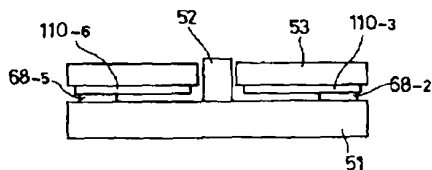


図11の磁気記憶装置の断面図

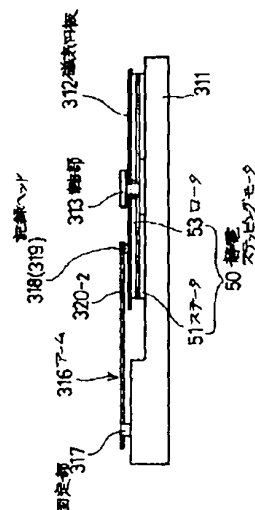
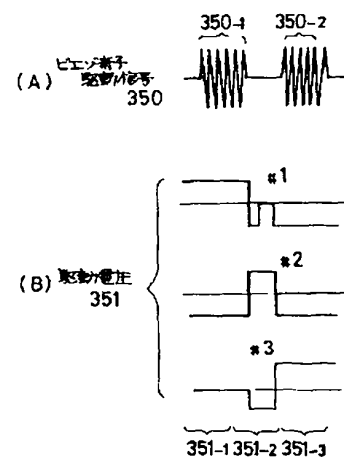
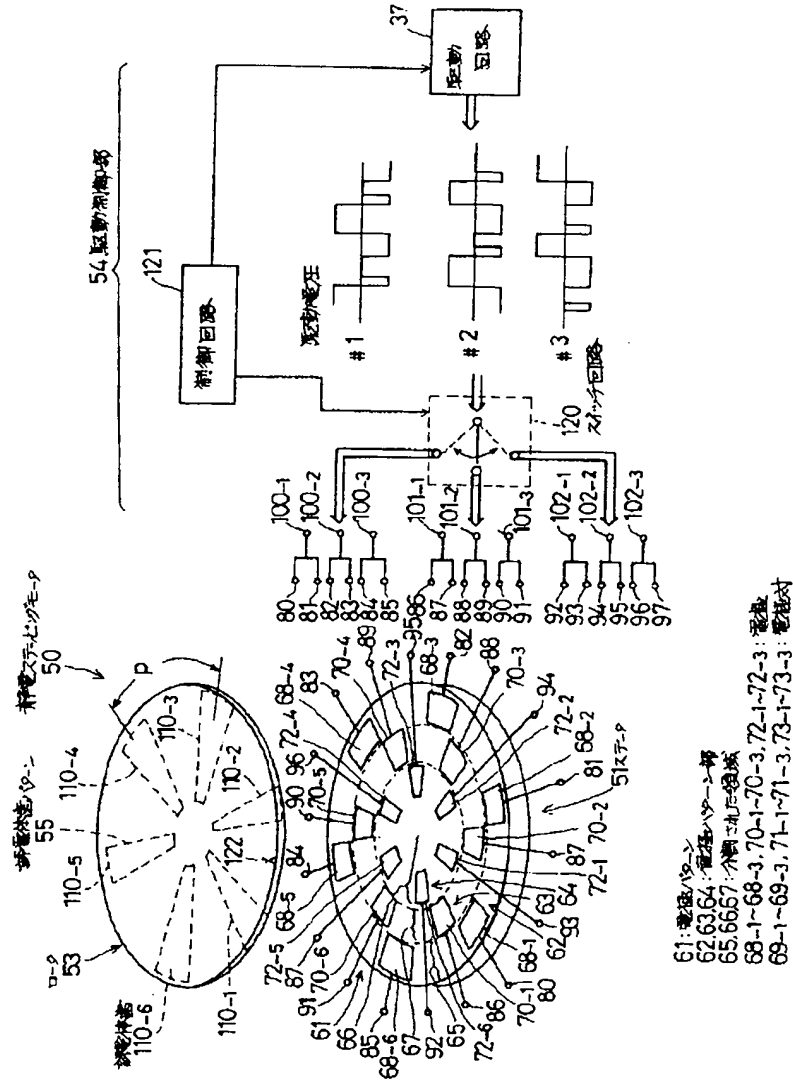


図11中の各部の信号の波形図



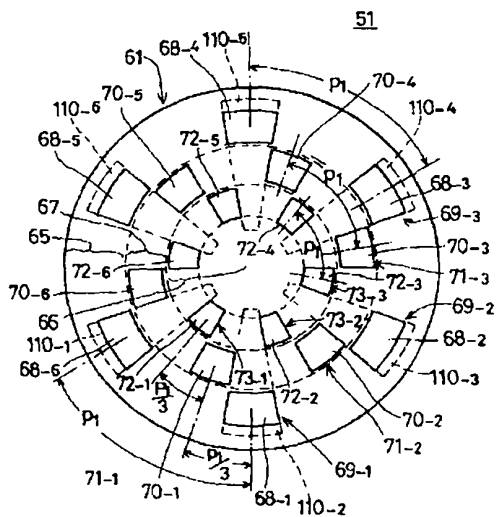
【図 1】

本発明の第 1 実施例の解電スルビングモータを示す図



【図2】

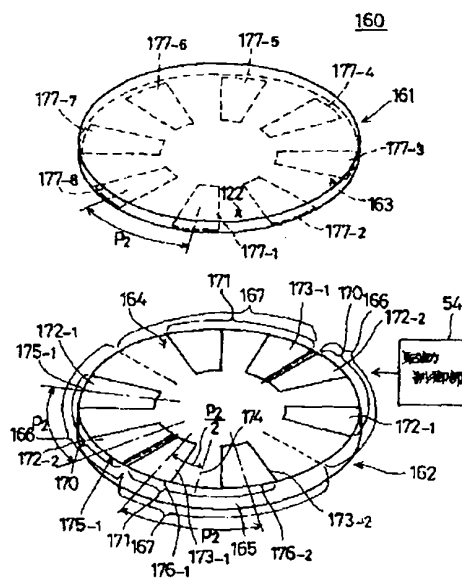
図1中、ステータの電極パターンを示す図



- 61: 電極バーン  
62,63,64: 電極バーン部  
65,66,67: 分割された領域  
68-168-3, 70-170-3, 72-172-3: 電極  
69-169-3, 71-171-3, 73-173-3: 電極対

【図5】

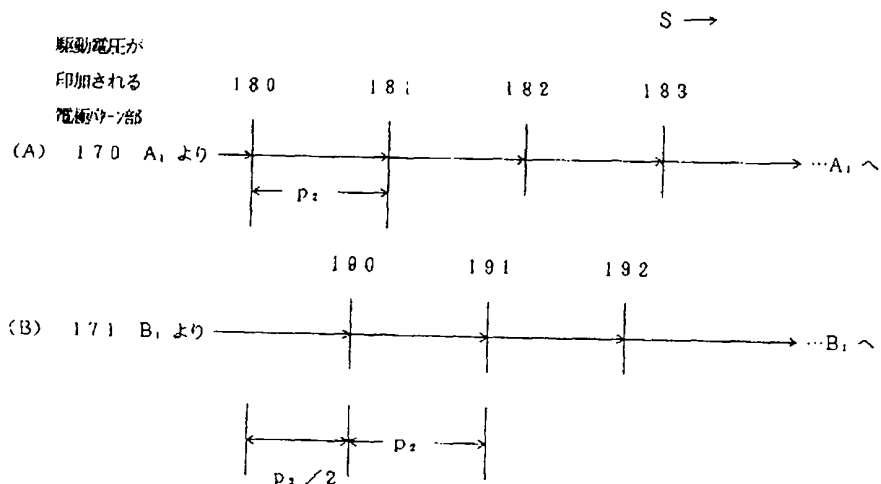
本発明の第2実施例の静電スチッピングモードを示す図



- 161: ロープ  
162: スチープ  
163: 誘電体歪バーン  
164: 電機バーン  
165,167: 分割された機械  
170,171: 電機バーン部  
172-172-2,173-1,173-2: 電機  
175-175-2,176-1,176-2: 電機計  
177-1-177-8: 電機計部

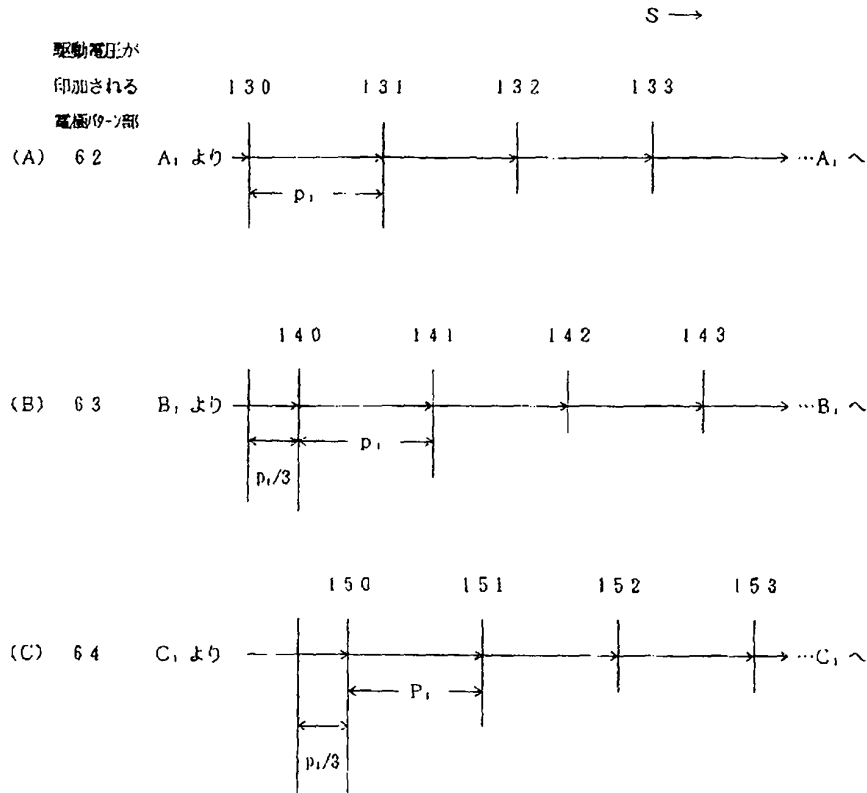
【図6】

ロータのステッピング動作を説明するための図



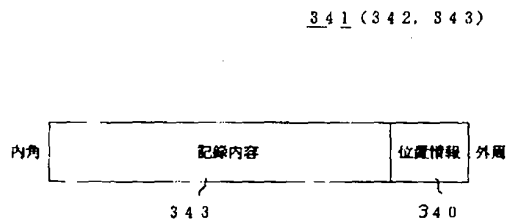
【図4】

ロータのステッピング動作を説明するための図



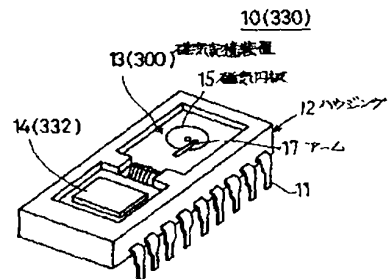
【図14】

トラックのフォーマットを示す図



【図17】

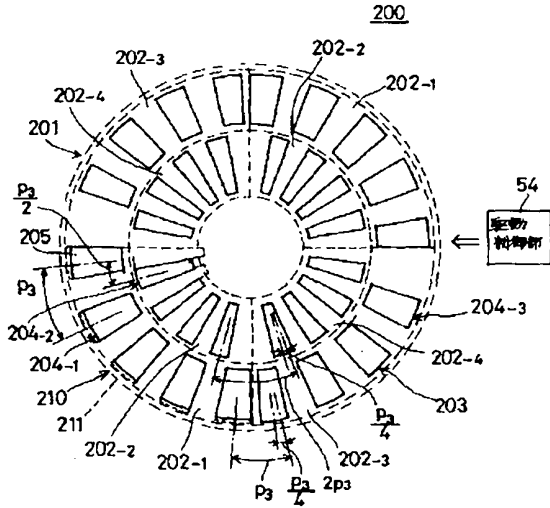
本出願人が先に出願した磁気記憶装置が組込まれた磁気記憶装置組立体の斜視図





【図7】

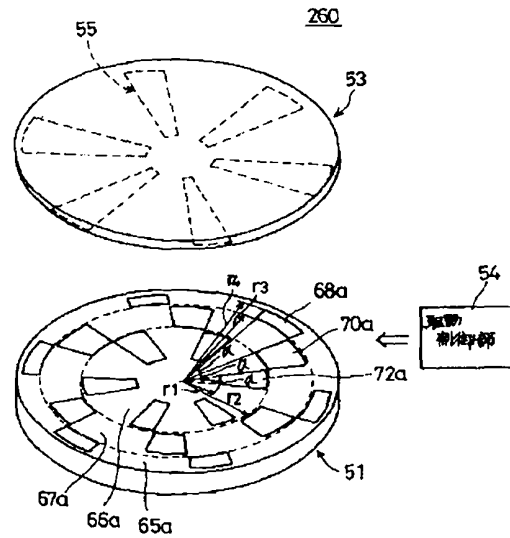
本発明の第3実施例の静電ステップングモードを示す図



201: ステップ  
202-1~202-4: 領域  
203: 電極パターン  
204-1~204-4: 電極パターン部  
205: 電極  
210: 誘電体層パターン  
211: 誘電体層

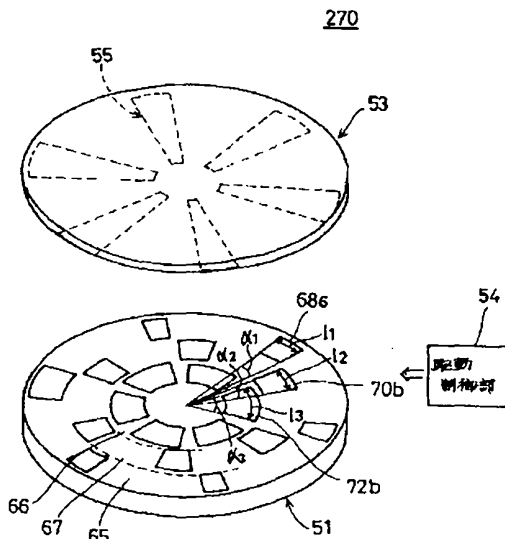
【図9】

本発明の第4実施例になる静電ステップングモードを示す図



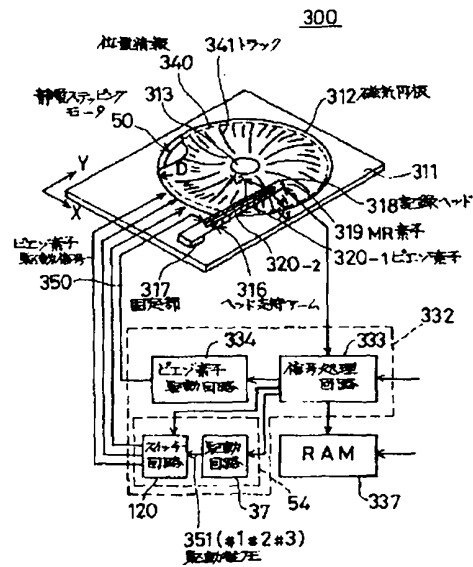
【図10】

本発明の第5実施例になる静電ステップングモードを示す図



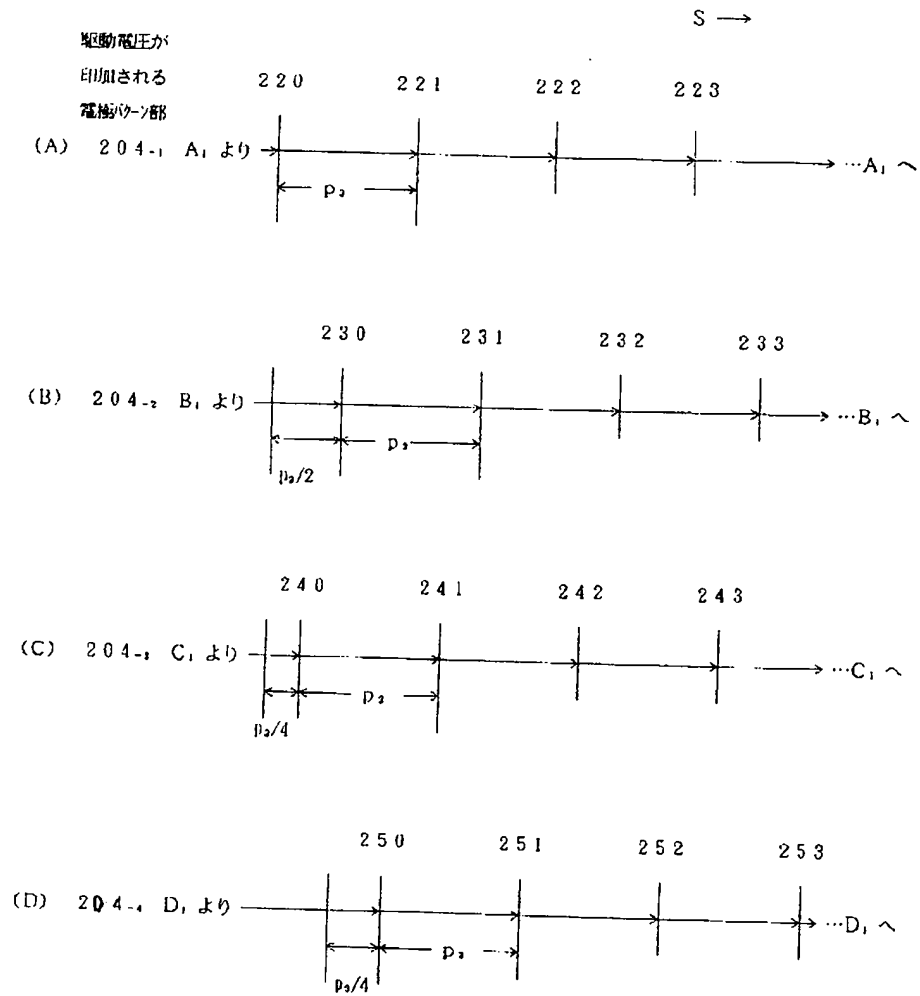
【図11】

本発明の一実施例になる磁気記憶装置を拡大して制御系と併せて示す図



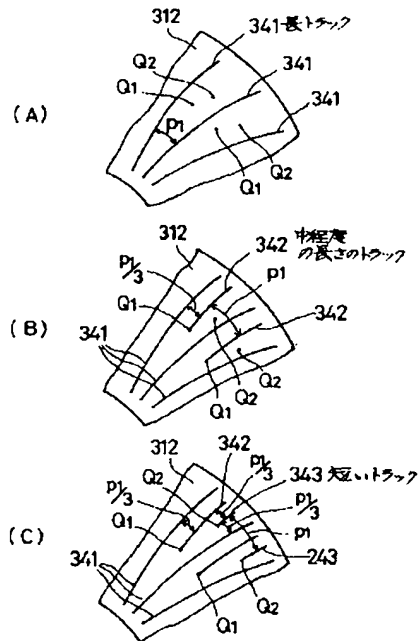
【図8】

ロータのステッピング動作を説明するための図



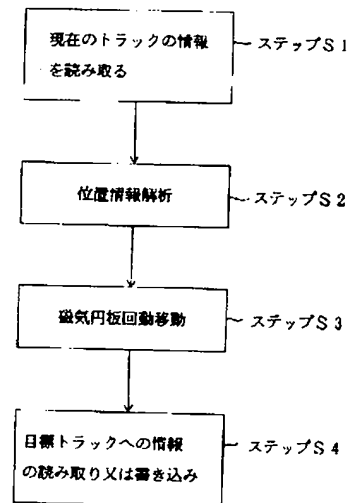
【図13】

図11中のトラックパターンの形成を説明するための図



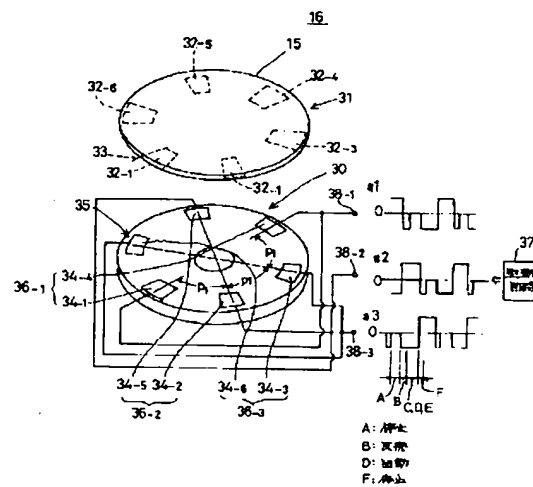
【図15】

図11の装置の動作のフローチャート



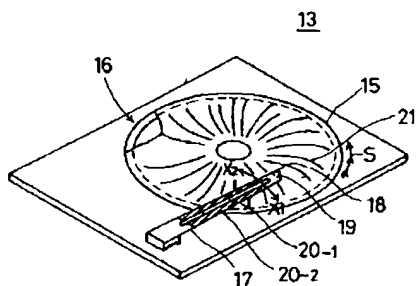
【図19】

図18中の解電スプリングメカニズムを示す図



【図18】

本出願人が先に公開した発明の装置を示す図



【図20】

図19の解電ステップインジケータの動作を説明するための図

